

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/FR05/000011

International filing date: 05 January 2005 (05.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FR  
Number: 0400044  
Filing date: 06 January 2004 (06.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 30 March 2005 (30.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 10 JAN. 2005

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr

1er dépôt



26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

N° Indigo 0 825 83 85 87

0.15 C TTC/mn

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

Réserve à l'INPI

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354\*03

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2

BR1

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 @ W / 030103

REMISE DES PIÈCES

DATE

LIEU

6 JAN 2004

75 INPI PARIS 34 SP

N° D'ENREGISTREMENT

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

0400044

DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE

06-01-2004

PAR L'INPI

Vos références pour ce dossier

(facultatif) 240939 D21676 AV

**1** NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE  
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

Cabinet REGIMBEAU  
20, rue de Chazelles  
75847 PARIS CEDEX 17  
FRANCE

Confirmation d'un dépôt par télécopie

☐ N° attribué par l'INPI à la télécopie**2** NATURE DE LA DEMANDE

Demande de brevet

Demande de certificat d'utilité

Demande divisionnaire

Demande de brevet initiale

ou demande de certificat d'utilité initiale

Transformation d'une demande de

brevet européen Demande de brevet initiale

Cochez l'une des 4 cases suivantes

☒☐☐☐

N°

Date

N°

Date

☐

N°

Date

**3** TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

PROCEDE CONTINU DE CRISTALLISATION PARTIELLE D'UNE SOLUTION ET DISPOSITIF DE MISE  
EN OEUVRE.

**4** DÉCLARATION DE PRIORITÉ

OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE

LA DATE DE DÉPÔT D'UNE

DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

☐ S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»**5** DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)☒ Personne morale☐ Personne physique

Nom

ou dénomination sociale

Prénoms

Forme juridique

N° SIREN

Code APE-NAF

Domicile

ou

siège

Rue

Code postal et ville

Pays

Nationalité

N° de téléphone (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (CNRS)

ETABLISSEMENT PUBLIC A CARACTERE SCIENTIFIQUE ET TECHNO...

424980092

3, rue Michel Ange 75016 PARIS

FRANCE

Française

N° de télécopie (facultatif)

☐ S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»Remplir impérativement la 2<sup>ème</sup> page



1er dépôt

**BREVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITÉ****REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**  
page 2/2**BR2**

RÉSERVÉ À L'INPI	
REMISE DES PIÈCES	
DATE <b>6 JAN 2004</b>	
LIEU <b>75 INPI PARIS 34 SP</b>	
N° D'ENREGISTREMENT <b>0400044</b>	
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	
DB 540 W / 030103	
<b>6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)</b>	
Nom	240939 AV
Prénom	
Cabinet ou Société	Cabinet REGIMBEAU
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel	
Adresse	Rue 20, rue de Chazelles
	Code postal et ville 75847 PARIS CEDEX 17
	Pays
N° de téléphone (facultatif)	01 44 29 35 00
N° de télécopie (facultatif)	01 44 29 35 99
Adresse électronique (facultatif)	info@regimbeau.fr
<b>7 INVENTEUR (S)</b>	Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>	Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)
Établissement immédiat ou établissement différé	<input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)	Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>	Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG
<b>10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</b>	<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences
Le support électronique de données est joint	<input type="checkbox"/>
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe	<input type="checkbox"/>
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suifca», indiquer le nombre de pages jointes	

**PROCEDE CONTINU DE CRISTALLISATION PARTIELLE D'UNE  
SOLUTION ET DISPOSITIF DE MISE EN OEUVRE.**

DOMAINE GENERAL DE L'INVENTION.

- 5 L'invention concerne un procédé et un dispositif de cristallisation partielle d'une solution en écoulement permanent ou en écoulement semi permanent, par exemple en écoulement saccadé.

ETAT DE L'ART.

- 10 Dans certaines applications, on souhaite pouvoir cristalliser partiellement une phase dissoute d'une solution en circulation dans un dispositif.

A cet effet, le dispositif comporte un échangeur thermique dans lequel la cristallisation partielle s'effectue par refroidissement de la phase lors de la circulation de la solution.

- 15 La phase à cristalliser est généralement un sel ou un solvant dans une solution quelconque, aqueuse ou non.

Dans le cas d'une solution aqueuse, l'objectif est de former un liquide partiellement congelé contenant de fines particules de glace, afin que le fluide puisse toujours s'écouler dans le dispositif sous l'action d'une pompe.

- 20 On donne ici deux exemples possibles d'applications dans lesquelles une cristallisation partielle est souhaitée.

Un premier exemple d'applications concerne une glace binaire ou un sorbet, également appelé « binary ice » ou « ice slurry » en anglais, et utilisé comme fluide frigo-porteur dans un dispositif d'échange thermique.

- 25 On définit un « sorbet » comme un mélange présentant un rapport pondéral d'environ 10 à 70% de glace.

De telles glaces binaires ou de tels sorbets sont généralement des solutions d'eau et d'alcool et/ou de sels, comme par exemple le chlorure de sodium, de calcium ou de potassium. Les mélanges frigo-porteurs peuvent

également être tout fluide susceptible de stocker l'énergie frigorifique sous forme de chaleur latente par solidification eau-glace.

Un deuxième exemple d'applications concerne les crèmes glacées alimentaires. Pour ces applications, il s'agit de congeler partiellement une  
5 préparation contenant principalement de l'eau et/ou du lait, des matières grasses et/ou des morceaux de fruits en y introduisant en outre des fines bulles d'air. Le volume d'air à introduire est sensiblement égal au volume de la préparation.

Plusieurs types de dispositifs de l'art antérieur permettent la mise en  
10 oeuvre d'une cristallisation partielle.

Un premier type de dispositifs est appelé « générateur à contact direct ». Dans ce type de dispositifs, on met le fluide à cristalliser directement en contact avec une surface refroidie.

Un deuxième type de dispositifs est appelé « générateur sous vide ».  
15 Dans ce type de dispositifs, on maintient le fluide à cristalliser partiellement proche de son point triple.

Les dispositifs de l'art antérieur présentent cependant des inconvénients.

Les générateurs à contact direct fonctionnent grâce à un raclage  
20 mécanique des particules cristallisées sur les parois de l'échangeur. Ils ont ainsi une puissance limitée par la puissance du dispositif de raclage mécanique. Ils sont de plus onéreux, du fait de la présence de pièces et de mécanismes en rotation.

Les générateurs sous vide sont très complexes, très onéreux et très  
25 encombrants. Ils sont par conséquent mal adaptés aux applications visées, notamment alimentaires. Ils sont en effet conçus pour un type et un volume particulier de production ; ils ne sont pas modulaires et sont donc non flexibles.

## PRESENTATION DE L'INVENTION.

L'invention a pour but de résoudre au moins un des inconvénients précédents.

Un des buts de l'invention est de proposer une technique simple de  
5 cristallisation partielle d'une phase dans une solution quelconque, aqueuse ou non.

Ainsi, un des buts de l'invention est de proposer une technique peu onéreuse de cristallisation partielle d'une phase dans une solution quelconque, aqueuse ou non.

10 Notamment, un des buts de l'invention est de proposer un dispositif de cristallisation partielle n'utilisant pas de pièces ou de mécanismes en rotation.

Egalement, un des buts de l'invention est de proposer un dispositif de cristallisation partielle ne maintenant pas la phase à cristalliser partiellement  
15 proche de son point triple.

Un des autres buts de l'invention est de proposer un dispositif de cristallisation partielle d'une phase qui a une forte puissance.

Un des autres buts de l'invention est de proposer un dispositif de cristallisation partielle d'une phase qui est modulaire et s'adapte à plusieurs  
20 types et volumes de production, notamment dans le domaine alimentaire.

A cet effet, l'invention propose un dispositif de cristallisation partielle d'une phase dans une solution, comportant au moins une pompe de mise en circulation de la solution dans un circuit d'un échangeur thermique formé d'au moins un tube en contact avec un circuit de refroidissement,  
25 caractérisé en ce que le circuit de l'échangeur comporte des organes statiques de mélange de la solution, de sorte que les particules cristallisées de la phase soient continuellement mélangées avec la solution lors de la circulation de ladite solution.

La mise en circulation du fluide est faite à débit constant ou à débit  
30 saccadé, c'est à dire que les phases d'écoulement sont suivies de phases

pendant lesquelles le fluide est immobile. On peut également faire circuler le fluide selon des phases d'écoulements successives à vitesses variables.

L'invention est avantageusement complétée par les caractéristiques suivantes, prises seules ou en une quelconque de leur combinaison

- 5 techniquement possible :
- il comporte un revêtement anti-accrochage sur les parois internes de chaque tube, ce revêtement pouvant être présent sur toute la longueur du dispositif ou sur certaines parties seulement ;
  - les organes de mélange comportent au moins un changement de direction
  - 10 de la circulation de la solution ;
  - le changement de direction est un coude dans le circuit de circulation et/ou une chicane ;
  - les organes de mélange comportent au moins des obstacles à la circulation de la solution sur les parois intérieures de chaque tube ;
  - 15 - les obstacles à la circulation de la solution comportent des aiguilles ou des plaques visant à déclencher le phénomène de cristallisation ;
  - le circuit de l'échangeur comporte au moins une vanne ;
  - les organes de mélange comportent au moins un changement de section intérieure du circuit de l'échangeur ;
  - 20 - la section intérieure du circuit augmente progressivement dans le sens de la circulation de la solution ;
  - le circuit de circulation comporte des moyens d'introduction de bulles de gaz dans la solution ;
  - les moyens d'introduction du gaz sont placés dans la circulation de la
  - 25 solution ou au niveau des parois d'un tube.

L'invention concerne également un ensemble comportant une pluralité de dispositifs selon l'invention ou une pluralité de parties d'un tel dispositif.

L'invention concerne également un procédé d'utilisation d'un tel dispositif.



## PRESENTATION DES FIGURES.

D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

5 la figure 1 représente schématiquement un mode de réalisation possible d'un dispositif selon l'invention;

la figure 2 représente schématiquement un mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention dans lequel on a représenté plus précisément un organe de mélange;

10 les figures 3 à 5 représentent schématiquement plusieurs modes de réalisation possibles d'organes de mélange;

la figure 6 représente schématiquement une coupe longitudinale d'un tuyau d'un circuit de circulation d'un dispositif selon l'invention; et

15 les figures 7 et 8 représentent schématiquement des modes de réalisation de dispositifs d'introduction d'un gaz dans le circuit de circulation ; et

la figure 9 représente schématiquement des modes de réalisation d'organes de mélange à l'intérieur d'un tube.

20 Dans toutes les figures, les éléments similaires portent des références numériques identiques.

## DESCRIPTION DETAILLEE.

Comme le montrent schématiquement les figures 1 et 2, un dispositif possible selon l'invention comprend essentiellement au moins une pompe 1 permettant de faire circuler une solution dans un échangeur thermique, 25 référencé par 2, et relié en entrée à un réservoir 10 de la solution et en sortie à récipient 3 de la solution partiellement cristallisée.

30 Chaque pompe 1 est connue de l'homme du métier. Toutefois, la commande de la pompe, qui est une pompe volumétrique ou non, permettra de faire varier de débit de fluide au cours du procédé en fonction d'un ou de plusieurs système(s) de régulation associés à des capteurs disposés judicieusement dans le dispositif. Ainsi, la mise en circulation du fluide est faite à débit constant ou à débit saccadé, c'est à dire que les phases

d'écoulement sont suivies de phases pendant lesquelles le fluide est immobile. On peut également faire circuler le fluide selon des phases d'écoulements successives à vitesses variables.

Une vanne 4 est disposée entre la pompe 1 et l'entrée de l'échangeur 2, tandis qu'une vanne 5 est disposée en sortie de l'échangeur 2 avant le récipient 3. La vanne 5 assure un mélange homogène de la solution en sortie de l'échangeur 2 et permet d'ajuster son débit.

L'échangeur thermique 2 comporte principalement un circuit de circulation 20 de la solution, en contact avec un circuit 22 de refroidissement. Ainsi la pompe 1 fait circuler la solution dans le circuit 20 de l'échangeur 2. La longueur du circuit est typiquement de l'ordre de quelques mètres (de 1 à 5 mètres environ).

Un groupe frigorifique 21 externe permet de faire circuler un fluide réfrigéré à une température négative dans le circuit 22 de refroidissement.

Grâce au groupe frigorifique 21 et au circuit de refroidissement 22 du fluide réfrigéré, la paroi extérieure du circuit 20 de circulation de la solution est maintenue à une température négative, par exemple de l'ordre de -5 à 30° Celsius. Cette température négative permet une réfrigération efficace de la solution contenue dans le dispositif.

Le groupe frigorifique 21 peut comporter un système par détente directe d'un fluide frigorigène ou tout autre dispositif de réfrigération connu de l'homme du métier.

Le fluide frigorigène circulant dans le circuit 22 peut être par exemple un fluide cryogénique comme de l'azote liquide ou un fluide frigorigène utilisé dans une machine à compression mécanique.

On rappelle que la solution est par exemple un liquide frigo-porteur ou une crème glacée alimentaire.

Dans tous les cas, la solution doit être introduite dans l'échangeur 2 à l'entrée du circuit 20 de circulation de la solution.

Comme le montre plus précisément la figure 2, le circuit de circulation 20 est principalement constitué de tubes 200. La solution circule à l'intérieur des tubes 200, alors que le fluide cryogénique ou frigorigène utilisé pour refroidir la solution circule à l'extérieur des tubes 200 dans le circuit 22.

- 5       Préférentiellement, les tubes 200 formant le circuit 20 ont un diamètre intérieur réduit, par exemple de l'ordre de 5 à 30 mm. Chaque tube 200 est en matière plastique ou en métal.

- Chaque tube 200 est éventuellement avantageusement recouvert d'une pellicule sur sa face interne. La pellicule peut recouvrir tout ou partie  
10 de la face interne de chaque tube. La pellicule peut être formée d'un film plastique ou d'une peinture spéciale. Le but de la pellicule est de limiter l'accrochage des particules de glaces formées lors de la cristallisation sur les parois des tubes 200.

- La figure 2 montre un exemple de la présence d'organes statiques de  
15 mélange – ici référencés par 201 – dans le circuit 20 de l'échangeur 2 permettant de mélanger continuellement les particules cristallisées au niveau de la paroi intérieure du circuit 20 à l'ensemble de la solution.

- La figure 2 ne représente qu'un seul organe de mélange. Bien  
entendu, l'échangeur peut comporter plusieurs organes de mélange  
20 disposés le long du circuit 20.

Lors des échanges thermiques, les particules cristallisées se sont au niveau de la paroi interne des tubes 200 et viennent former une couronne.

- Les organes de mélanges permettent de décoller la couronne de  
particules cristallisées et permettent ainsi un mélange de ces particules à la  
25 partie centrale de la solution en circulation.

Plusieurs modes de réalisation d'organes de mélange sont possibles.

- La figure 3 montre que les organes de mélange du circuit 20 peuvent  
se présenter sous la forme de coude 201 dans les tubes. Chaque coude  
201 ne forme pas forcément un demi tour complet de la circulation 6 de la  
30 solution, mais peut simplement imposer un changement de direction au  
circuit de circulation 20.

D'une manière générale, on désigne par « organe de mélange » tout dispositif dans le circuit de circulation 20 tel que la génératrice de la surface interne d'une portion de tube rectiligne se trouvant en amont sur une longueur minimale de 10 fois le diamètre du tube forme un angle de rupture  
5 de plus de 5° environ par rapport à une portion de tube en aval.

La figure 4 montre que les organes de mélange peuvent également se présenter sous forme de chicane 202. L'angle de rupture est ainsi égal à 90° dans ce cas.

La figure 5 montre que les organes de mélange peuvent également  
10 être un changement 203 de section du tube 200 du circuit 20 de circulation.

Le changement 203 de section est préférentiellement un rétrécissement de la section. Le rétrécissement 203 est de préférence local, la section du tube en amont et en aval du rétrécissement 203 étant sensiblement la même. Le rétrécissement s'effectue sur une longueur  
15 sensiblement égale à 3 fois le diamètre du tube 200 avant le rétrécissement.

La figure 9 montre que les organes de mélange peuvent également être des obstacles 207 et 208 disposés à l'intérieur du tube 200. Les obstacles peuvent par exemple se présenter sous forme de plaques ou  
20 d'ailettes 207 ou 208 s'étendant perpendiculairement à la paroi interne du tube 200 ou de façon oblique. Les obstacles 207 ou 208 peuvent avoir de nombreuses formes différentes. Ils peuvent également par exemple se présenter sous forme d'aiguilles.

Les obstacles 207 et 208 sont rapportés ou venus de matière sur les  
25 parois du tube 200.

Les obstacles 207 et 208 constituent des organes de mélange. Ils peuvent également constituer des dispositifs permettant de contrôler la zone de déclenchement de la cristallisation. C'est le cas notamment des aiguilles.

La figure 6 montre que le diamètre intérieur du circuit de circulation 20  
30 peut varier de manière continue ou par paliers le long de la circulation.

La masse volumique de la solution s'abaisse au fur et à mesure de la cristallisation, notamment du fait que la glace a un volume spécifique supérieur à celui de l'eau par exemple.

5 Ainsi, il est judicieux d'augmenter la section du tube 200 du circuit 20 au moment de la congélation de la phase dans la solution, afin de faciliter sa circulation.

De plus, une modification de la section de passage des tubes 200 constituant le circuit entraîne une modification de la vitesse de circulation et de la pression de la solution.

10 La modification de la vitesse de circulation influence le temps de contact entre la solution et la surface interne refroidie des tubes 200. On peut donc agir sur ce paramètre pour contrôler la vitesse de cristallisation de la solution.

De plus, une modification de la pression de la solution permet  
15 également de permettre une plus grande cristallisation, comme on le décrit dans la suite de la présente description.

On rappelle que lors de la circulation de la solution dans l'échangeur 2, la cristallisation s'effectue principalement par échange thermique au niveau des parois entre le circuit 20 et le circuit 22.

20 Cependant, avantageusement et comme le montrent les figures 7 et 8, on peut introduire dans la solution du gaz sous forme de microbulles.

La détente des microbulles de gaz d'air ou d'azote introduites dans la solution produit un effet frigorigène qui contribue également à la cristallisation de la phase de la solution.

25 Une modification de la pression de la solution permet donc de réaliser une détente des microbulles de gaz dans la solution.

Ce gaz est préférentiellement du diazote ou de l'air dans le cas de crèmes glacées alimentaires. On obtient donc ainsi formation d'une émulsion ou d'une mousse dans le circuit 20.

30 Comme le montrent les figures 7 et 8, le gaz est introduit dans le circuit 20 de circulation grâce à des buses 205 et 206.

La figure 7 montre un premier mode de réalisation d'une buse 205 selon lequel un conduit 8 est introduit dans la circulation 6 de la solution à

travers la paroi du tube 200 sensiblement perpendiculairement à la circulation 6. Le conduit 8 est coudé dans le sens de la circulation et de sorte que l'extrémité du conduit 8 soit sensiblement parallèle à la circulation 6, sur une longueur par exemple égale à 2 ou 3 fois le diamètre du tube 200 en amont du conduit 8. Des microperforations 206 au niveau de l'extrémité du conduit 8 permettent de relâcher les microbulles de gaz de façon homogène dans la solution 6.

Un élargissement 204 de la section du tube 200 est avantageusement pratiqué au droit de l'extrémité du conduit, de sorte que la détente du gaz dans la solution soit facilitée, grâce à la modification de la vitesse de circulation de la solution et à sa pression.

La figure 8 montre un deuxième mode de réalisation d'une buse 206 selon lequel un conduit 8 permet d'introduire le gaz dans une chambre 9 d'équilibrage ajustée sur la paroi externe du tube 200 du circuit 20.

La chambre 9 s'étend sensiblement sur une longueur sensiblement égale à 3 à 5 fois le diamètre du tube 200, le diamètre étant celui en amont du conduit 8. Des microperforations 206 entre la chambre 9 et la paroi du tube 200 permettent de relâcher les microbulles de gaz de façon homogène dans la solution 6.

Un élargissement 204 de la section du tube 200 est avantageusement pratiqué au droit de l'extrémité du conduit, de sorte que la détente du gaz dans la solution soit facilitée grâce à la modification de la vitesse de circulation de la solution et à sa pression.

Dans les deux cas, le gaz est introduit sous pression dans la solution.

Le gaz peut également être introduit dans la solution avant que celle-ci n'entre dans l'échangeur 2, et ce avant ou après la pompe 1 de circulation. On réalise alors la congélation de l'émulsion contenant déjà les microbulles de gaz.

Bien entendu, plusieurs tubes 200 peuvent être disposés en parallèles afin d'augmenter le débit massique du dispositif ou par exemple, pour assurer une répartition homogène de la circulation de la solution.

Ainsi, le dispositif peut être modulaire et comporter plusieurs échangeurs selon l'invention, avec une ou plusieurs pompes de circulation, la puissance étant alors adaptée par le nombre de tubes.

On peut ainsi prévoir un montage en calandre classique de  
5 l'échangeur selon l'invention, avec une détente directe du côté extérieur des tubes.

Des tests pratiqués montrent qu'un dispositif possible selon l'invention peut avoir un débit d'environ 90 g/minute de sorbet à 30-50% de glace pour une solution initiale eau-alcool à 10%. La température de sortie du sorbet  
10 est égale à -5 -10 °C environ.

Dans le dispositif sur lequel ont été effectués les tests, le diamètre intérieur du tube est égal à 8 mm et la longueur du tube est égale à 4 m. Il développe une puissance par tube d'environ 270 W.

La puissance est donc forte et le dispositif peu onéreux, car simple de  
15 conception. Il ne possède en effet aucun organe de mélange mobile.

Le dispositif est donc avantageusement mais non limitativement utilisé dans le domaine alimentaire pour la production de crèmes glacées, dans le domaine de la production de fluides frigo-porteurs, notamment pour la production de dispositifs de climatisation.

## REVENDICATIONS

- 5 1. Dispositif de cristallisation partielle d'une phase dans une solution, comportant au moins une pompe (1) de mise en circulation de la solution dans un circuit (20) d'un échangeur (2) thermique formé d'au moins un tube (200) en contact avec un circuit (22) de refroidissement, caractérisé en ce que le circuit (20) de l'échangeur (2) comporte des organes statiques de mélange de la solution, de sorte que les particules cristallisées de la phase soient  
10 continuellement mélangées avec la solution lors de la circulation de ladite solution.
- 15 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la pompe est apte à faire circuler la solution de façon variable dans le temps.
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte un revêtement anti-accrochage sur au moins une partie des parois internes de chaque tube (200).
- 20 4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les organes de mélange comportent au moins un changement de direction de la circulation de la solution.
- 25 5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le changement de direction est un coude (201) dans le circuit de circulation et/ou une chicane (202).
- 30 6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les organes de mélange comportent au moins des obstacles (207, 208) à la circulation de la solution sur les parois intérieures de ladite solution.



- 5 7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que les obstacles (207, 208) à la circulation de la solution comportent des aiguilles ou des plaques visant à déclencher le phénomène de cristallisation ;
8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le circuit de l'échangeur comporte au moins une vanne (4, 5).
- 10 9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les organes de mélange comportent au moins un changement (203) de section intérieure du circuit de l'échangeur.
- 15 10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la section intérieure du circuit augmente progressivement (204) dans le sens de la circulation de la solution.
- 20 11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le circuit de circulation comporte des moyens (205, 206) d'introduction de bulles de gaz dans la solution.
12. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que les moyens (205, 206) d'introduction du gaz sont placés dans la circulation de la solution ou au niveau des parois d'un tube.
- 25 13. Ensemble, caractérisé en ce qu'il comporte une pluralité de dispositifs selon l'une des revendications qui précèdent.
- 30 14. Procédé de cristallisation partielle d'une phase dans une solution, comportant une étape consistant à mettre en circulation la solution dans un circuit (20) d'un échangeur (2) thermique forme d'au moins un tube (200) grâce à au moins une pompe (1), caractérisé en ce qu'il comporte une étape consistant à mélanger continuellement les particules cristallisées de la phase avec la solution lors de la

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que les obstacles (207, 208) à la circulation de la solution comportent des aiguilles ou des plaques visant à déclencher le phénomène de cristallisation ;
- 5
8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le circuit de l'échangeur comporte au moins une vanne (4, 5).
9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les organes de mélange comportent au moins un changement (203) de section intérieure du circuit de l'échangeur.
- 10
10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la section intérieure du circuit augmente progressivement (204) dans le sens de la circulation de la solution.
- 15
11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le circuit de circulation comporte des moyens (205, 206) d'introduction de bulles de gaz dans la solution.
- 20
12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que les moyens (205, 206) d'introduction du gaz sont placés dans la circulation de la solution ou au niveau des parois d'un tube.
- 25
13. Ensemble, caractérisé en ce qu'il comporte une pluralité de dispositifs selon l'une des revendications qui précèdent.
14. Procédé de cristallisation partielle d'une phase dans une solution, comportant une étape consistant à mettre en circulation la solution dans un circuit (20) d'un échangeur (2) thermique formé d'au moins
- 30

circulation de ladite solution grâce à des organes statiques de mélange de la solution.

- 5 15. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comporte une étape consistant à faire varier dans le temps l'écoulement de la solution.
- 10 16. Procédé selon l'une des revendications 14 ou 15, caractérisé en ce qu'il comporte une étape consistant à introduire des bulles de gaz dans le circuit (20) de circulation de la solution.

1/2

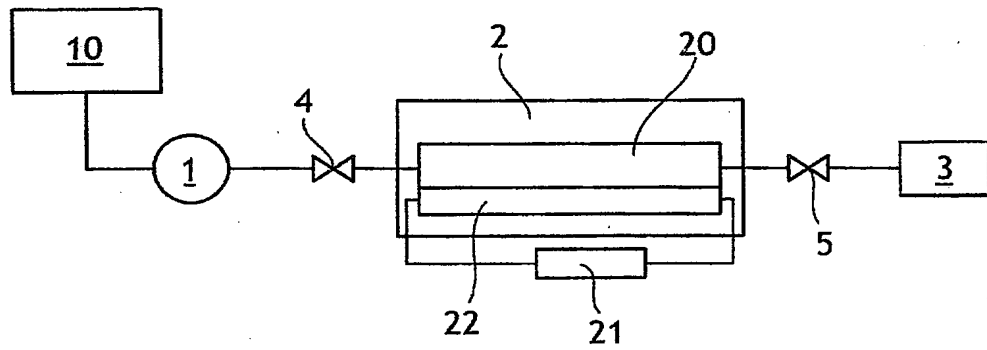


FIG.1

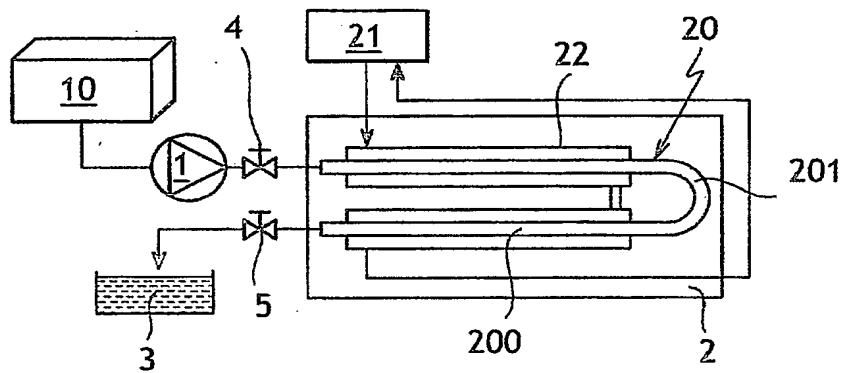
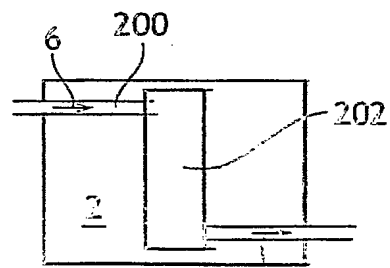
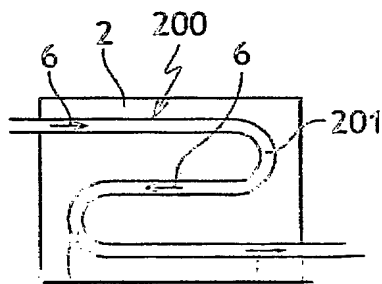


FIG.2



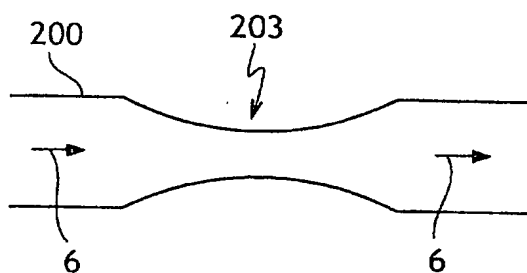


FIG. 5

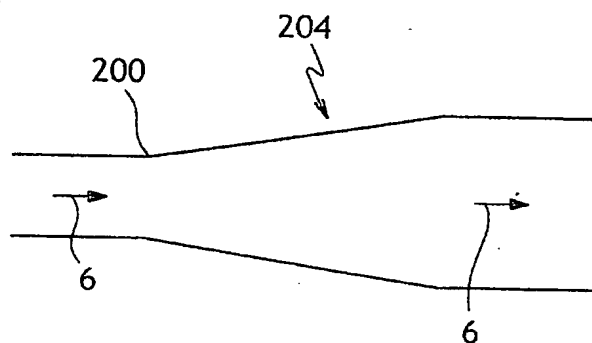


FIG. 6

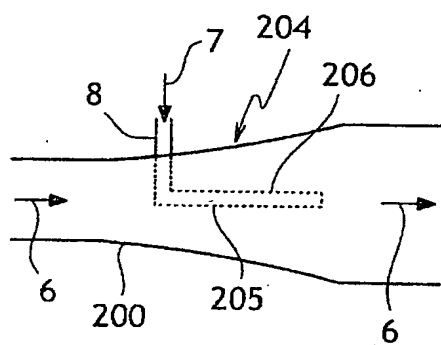


FIG. 7

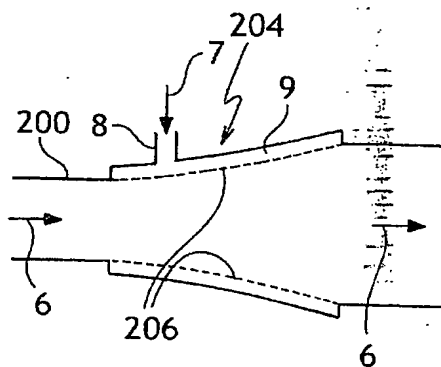


FIG. 8

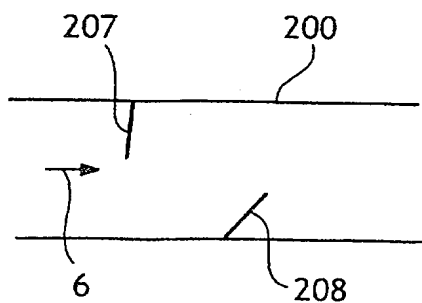


FIG. 9



reçue le 10/02/04

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11235\*03

DÉPARTEMENT DES BREVETS

25 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1/1

À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

INV

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 27062

Vos références pour ce dossier (facultatif)

240939 D21676 AV

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

PROCEDE CONTINU DE CRISTALLISATION PARTIELLE D'UNE SOLUTION ET DISPOSITIF DE MISE EN OEUVRE.

LE(S) DEMANDEUR(S) :

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (CNRS) :

3, rue Michel Ange

75016 PARIS

FRANCE

DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :

<input checked="" type="checkbox"/>	Nom	LE BAIL Alain, Michel, Daniel	
	Prénoms		
Adresse	Rue	13bis, rue de Provence	
	Code postal et ville	44000 NANTES / FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
<input type="checkbox"/>	Nom		
	Prénoms		
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
<input type="checkbox"/>	Nom		
	Prénoms		
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			

S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.

DATE ET SIGNATURE(S)

DU (DES) DEMANDEUR(S)

OU DU DÉSIGNÉ

EN TANT QU'INVENTEUR(S)

240939

1/1